

The abstract of Reference 2 (CN1399223A)

The automatic generation process of digital house map includes: scanning original map, pre-processing image through medium filtering of two valued image, fining image with detection template, fining the contour curves in the map image into single pixel wide curves, for topological conversion; image-to-figure conversion by scanning image from top to bottom and from left to right, and repairing figure with respect to the broken contour curves; separating house contour from other curves connected and from house by means of main map characteristic curves detection and house characteristic curve decomposition, so as to obtain independent house contour main curves; and sevectorizing house contour by segmental process. The digital map developed by the present invention has high position precision, and the said process has fast speed, short development period and low development cost.

BEST AVAILABLE COPY

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06K 9/00

G06K 9/20 G06K 9/36

G06T 5/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02136673. X

[43] 公开日 2003 年 2 月 26 日

[11] 公开号 CN 1399223 A

[22] 申请日 2002.8.27 [21] 申请号 02136673. X

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200030 上海市华山路 1954 号

[72] 发明人 刘允才

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

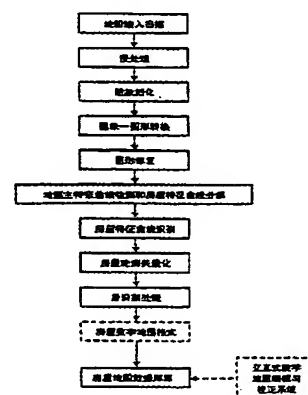
代理人 毛翠莹

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 房屋数字地图自动生成方法

[57] 摘要

一种房屋数字地图自动生成方法，原始地图扫描输入后，采用二值图像的中值滤波实现图像预处理，采用检测模板进行图像细化，将地图图像中的轮廓曲线细化成宽度为单像素的线条，以便转化成拓扑图像；图象到图形的转换采用从上到下，从左到右扫描图像的方法实现，并对扫描过程中产生的断裂轮廓曲线进行图形修复；用地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解的方法将房屋轮廓同与之互连的其他曲线和房屋进行分离，得到独立的房屋轮廓主曲线，采用分段方法实现房屋轮廓的矢量化。采用本发明方法所开发的数字地图位置精度高，自动操作速度快，可 24 小时连续工作，大大缩短数字地图的开发周期，降低开发成本。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

权利要求书

- 1、一种房屋数字地图自动生成方法，其特征在于包括如下步骤：
 - 1) 采用扫描仪输入原始地图，实现由地图蓝图向地图图象的转换；
 - 2) 采用二值图像的中值滤波实现图像预处理；
 - 3) 将地图图像中的轮廓曲线细化成宽度为单像素的线条，以循环操作进行，在每次循环中，从上到下，从左到右，用检测模板检查图像中每个数字为“1”的像素，被检测的像素与模板中心对准，如果被检测的像素邻域不能和任何一个模板匹配，则将该像素的值由“1”改变为“0”，如果没有发生任何像素改变数字，则细化操作终止；
 - 4) 采用从上到下，从左到右扫描图像的方法实现图象到图形的转换，每扫描到一个数值为“1”的像素，就记下一个图形节点，并检查每个图形节点所对应像素的邻域是否有数值为“1”的像素存在，确定该节点的类型；
 - 5) 对扫描产生的断裂轮廓曲线进行图形修复，连接断裂曲线的判据为：在断口处两条曲线基本共线以及断裂开口小；
 - 6) 进行地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解，采用尺度滤波器将字符与符号从图形中剔除，消除 H 形连接短线和开放曲线，搜寻曲线交叉点节点对，使之两边的轮廓曲线断开，复制节点对之间的轮廓线段，并使复制的轮廓线段与其另一边的房屋轮廓连接形成闭合曲线，将互相连接的房屋轮廓分解成为各自独立的房屋轮廓；
 - 7) 分段进行地图特征曲线矢量化，先检测出房屋轮廓的关键点，即图形外轮廓的曲率极大点，按照关键点将整个轮廓分为几个曲线段，沿着轮廓计算各点的曲率并描绘在曲率—长度坐标系中，用高斯滤波器对曲率—长度图进行滤波，设定一个曲率门限 T，找出角点和弧线的起点、终点。

2、如权利要求 1 所说的房屋数字地图自动生成方法，其特征在于进行地图特征曲线矢量化时，如果两个关键点之间的轮廓为直线，则关键点作为量化后的节点，如果两个关键点之间的轮廓为曲线，则从曲线的起点开始量化，量化判据为：若 $\frac{S}{L^2} > T$ ，则增加一个新的量化点，否则继续下一点的判断，式中 S 为前一个量化点与当前位置点之间的弦与曲线包围的闭合面积， L 为弦长。

说明书

房屋数字地图自动生成方法

技术领域:

本发明涉及一种房屋数字地图自动生成方法,可用于数字地图工业生产实践。

背景技术:

随着智能交通系统、全球卫星定位系统、计算机和信息科学的迅速发展,数字地图在许多领域得到日益广泛的应用。特别是在车辆导航、车辆定位和土地规划中,数字地图起着关键作用。在目前数字地图生产过程中,地图数据的输入广泛采用交互式计算机界面法。由于该方法是一种手工数据输入法,需要大批计算机操作员和相当长的时间去完成地图的数据输入工作,导致数字地图制作成本高,生产周期长。采用计算机视觉和模式识别技术,数字地图自动生成可以在计算机上实现。自动数字地图生成能有效地降低数字地图的生产成本,缩短地图数据的更新周期。数字地图在结构上包括许多层次,用以定位的最核心的数据层次是房屋数据结构层。对该层次的数据输入,目前世界上所有的数字地图公司,包括美国的 Etak、NaviTach, 洲的 Tele Atlas 及日本的蚕林等专业数字地图公司,均主要采用手工方法进行地图数据输入。

为了适应地图工业的实际需要,一些研究人员开始研发采用纸面地图为原始数据的数字地图自动生成系统。在开发数字地图自动生成系统方面,贡献较大的研究可以追溯到 90 年代。1988 年, Musavi 等提出了一个系统可有效地储存地图图象 (Musavi, M.T., Shirvaikar, M.V., Ramanathan, E. and Nekovei, A.R., "A Vision Based Method to Automate Map Processing", *Pattern Recognition*, Vol. 21, No 4, pp. 319-236, 1988)。但是,其系统仅仅是为了

解决地图图象的储存问题，并没有对地图结构进行识别。1990 年，Suzuki 和 Yamada 在他们的论文中描述了其在计算机工作站上建立的 MARIS 数字地图生成系统，用以生成房屋数字地图（Suzuki, S., Yamada, T., “MARIS: Map Recognition Input System”, Pattern Recognition, Vol. 23, No 8, pp. 919-933, 1990）。该系统主要应用于日本 NTT 电话公司的电话线路管理。Boatto 等在 1992 年研制出一套地图生成系统，用于意大利的土地规划（Boatto L., et al, “An Interpretation System for Land Register Maps”, Computer, Vol. 25, No 7, pp. 25-33, July 1992）。但 Boatto 的系统只适用于城市规划，不能生成相互独立的房屋地图数据，因此所生成的数字地图不能用以定位。而 Suzuki 的 MARIS 是针对当时 NTT 公司内部需要而研发的，由于识别率的限制，未见将其系统原形进一步开发成产品。Suzuki 的 MARIS 系统存在以下问题：1) MARIS 系统没有进行房屋特征曲线分解处理，因此，不能对独立的房屋结构进行定位；2) MARIS 系统在房屋特征矢量化时，没有进行曲线的关键点检测，因此不能克服数字房屋结构的“旋转效应”，数字地图精度低；3) MARIS 是建立在小张图像基础上的处理系统，处理工艺复杂，速度慢。

发明内容：

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种新的房屋数字地图自动生成方法，对地图房屋特征的识别率高、地图数据精度高、运作中人工协调少和操作速度快，能满足数字地图工业生产的需要。

为实现这样的目的，本发明所提供的房屋数字地图自动生成方法包括图像预处理、图像细化、图象—图形转换、图形修复、地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解、房屋特征曲线识别、房屋轮廓矢量化和矢量数据的后处理。

由扫描仪完成地图输入扫描后，先进行图像预处理，以消除图像扫描过程中产生的“盐椒噪声”，采用检测模板进行图像细化处理，将地图图像中的轮廓曲线细化成宽度为单像素的线条，以便转化成拓扑图像进行处理。图象到图形的转

换采用从上到下，从左到右扫描图像的方法实现。对地图轮廓线条在扫描过程中产生的断裂现象，采用图形修复将断裂轮廓曲线重新连接起来。用地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解的方法将房屋轮廓同与之相互连接的其他曲线分割开来，并将相互连接的房屋进行分离，以得到独立的房屋轮廓主曲线。房屋轮廓的矢量化采用了分段矢量化的方法，以消除矢量化时对房屋轮廓产生的“旋转”失真。

本发明的方法具有显著的有益效果。采用本发明的方法所开发的数字地图位置精度高，自动操作速度快，约为手工操作的 10 倍，可 24 小时连续工作，由此可大大缩短数字地图的开发周期，降低数字道路地图的开发成本。随着计算机技术的发展，本发明的方法将得到进一步广泛的应用。

附图说明：

图 1 是数字房屋地图自动生成方法的系统结构流程图。

图 1 中，实线方框代表本方法的核心模块；虚线方框分别是房屋数字地图格式转换和交互式数字地图编辑与校正系统，是本方法的辅助部分。

图 2 是图像细化处理检测模板。

如图所示，本发明方法的图像细化过程中，共采用了 21 个检测模板，其中“1”和“0”分别表示邻域像素的数值，“？”表示像素值为“0”或“1”皆可。

图 3 是地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解原理示意图。

如图 3 所示，通过地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解，将与其他曲线相互连接的房屋轮廓分割出来，并将相互连接的房屋进行分离，以得到独立的房屋轮廓主曲线。

图 4 是地图特征曲线矢量化中确定房屋轮廓关键点的方法示意图。

其中，图 4-1 为沿着房屋原始轮廓计算各关键点的曲率演示。

图 4-2 为计算得到并描绘在曲率—长度坐标系中的曲率—长度图。

图 5 为本发明实施例生成的数字房屋矢量地图。

其中，图 5-1 是原始地图图像，图 5-2 是予处理、图像细化、图像—图形转换后的输出结果，图 5-3 是矢量化后的数字地图。

具体实施方式：

以下结合附图及实施例对本发明的技术方案作进一步描述。

图 1 给出了本发明房屋数字地图自动生成的流程，经地图输入扫描、图像预处理、图像细化、图象—图形转换、图形修复、地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解、房屋特征曲线识别、房屋轮廓矢量化和矢量数据的后处理等，完成房屋地图的数据库。

本发明的实施例中，系统输入数据为某市区原始地图的二进制图象，房屋数字地图自动生成按图 1 所示步骤在 Sun170E 工作站上实现。

1. 地图输入扫描：

地图输入扫描操作实现由地图蓝图向地图图像的转换，由扫描仪完成。扫描设置为二值图像输出；对于 1:2000 的地图蓝图，扫描分辨率取 300 dpi，其他比例尺的地图，扫描分辨率可做相应调整。图像输出格式为非压缩 TIFF 格式。

2. 图像预处理：

图像预处理的目的是消除在图像扫描过程中产生的“盐椒噪声”。在系统中采用二值图像的中值滤波实现。本系统中，中值滤波器采用 3×3 的操作窗口。当窗口内“1”值像素的数目大于“0”值像素的数时，窗口中心的像素值设为“1”，否则为“0”。

3. 图象细化处理：

图像细化处理是将地图图像中的轮廓曲线细化成宽度为单像素的线条，以便转化成拓扑图像进行处理。在图像的细化过程中，共用了 21 个检测模板，如图 2 所示。

地图曲线细化是以循环操作进行，每次循环将地图曲线的宽度减少一个像素。在每一次循环中，从上到下，从左到右，用上述 21 个模板检查图像中每一个数字为“1”的像素；被检测的像素与模板中心对准。如果被检测的像素邻域不能和任何一个模板匹配，则将该像素的值将由“1”改变为“0”。本算法自动决定细化操作的循环次数，在一次循环中，如果没有发生任何像素改变数字，则细化操作终止。

4. 图象—图形转换

地图曲线的图形由“节点”组成，细化曲线中的每个像素对应一个图形节点。图形节点的属性包括：节点的位置坐标、连接分支、节点类型。节点的位置坐标是该节点对应的像素的坐标。连接分支是与该节点相连接的节点的号码。节点类型是该节点相连接的节点的数目：类型为 0 代表孤立节点；类型为 1 代表曲线端点；类型为 2 代表曲线中的节点；类型大于 2 的节点是曲线交叉点。

图象到图形的转换采用从上到下，从左到右扫描图像的方法实现。每扫描到一个数值为“1”的像素，就记下一个图形节点。检查每个图形节点所对应像素的邻域是否有数值为“1”的像素存在，如有，则对应的节点为该节点的连接分支。连接分支的数目即该节点的类型。

5. 图形修复

图形修复旨在解决地图轮廓线条在扫描过程中产生的断裂现象。由扫描产生的断裂轮廓曲线应该重新连接起来。连接图象中的两条曲线的判据有两条：（1）在断口处，两条曲线基本共线，即在断口附近，将曲线用线段逼近时，两线段的夹角小于 15 度；（2）断裂开口小，即开口长度小于预先规定的数字（如小于 10 个像素宽）。

6. 地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解

地图主特征曲线检测和房屋特征曲线分解的目的将与其他曲线相互连接的房屋轮廓分割出来，并将相互连接的房屋进行分离，以得到独立的房屋轮廓主曲线；其操作流程如图 3 所示。

先去除孤立的字符与符号。因为孤立的字符与符号所对应的连接分量面积小，采用尺度滤波器可以将字符与符号从图形中剔除。

消除 H 形连接短线。在道路蓝图中，街区的边线往往用带齿的曲线表示，参看图 3。当街区边线靠近房屋并齿线与房屋接触时，便形成矩形轮廓；此轮廓必须被去除。消除的方法是当线段的长度约等于街区轮廓的齿线长度并在两端点与其他线段垂直时，消除该线段。在无 H 形连接短线的原始地图中，此操作可以忽略。

消除开放曲线。由于房屋轮廓是闭合曲线，属于道路、字符等开放曲线必须加以消除。消除开放曲线从曲线的端点开始，在图形表示中，曲线端点的类型为 1。在图形中寻找类型为 1 的节点，并把它消除；同时，与之相连的节点变为类型为 1 端点节点；再将新的端点节点消除；以此类推，直至交叉点节点。交叉点节点的类型大于 2，消除与之相连的节点后类型仍然大于 1，操作停止。

互房连屋分解。消除开放曲线以后，剩余的图形全部是由房屋轮廓组成的封闭曲线；但房屋轮廓可能互相连接，组成“日”字、“目”字或更复杂的结构。互房连屋分解的目的是将互相连接的房屋轮廓分解成为各自独立的房屋轮廓。在图形表示中，独立的房屋轮廓只包含类型为 2 的节点。而在互相连接的房屋轮廓中，两个房屋的交界轮廓在两个类型为 3 的节点之间。因此，在互房连屋分解时，首先搜寻类型为 3 的节点对（必然成对出现），然后使类型为 3 的节点对两边的轮廓曲线断开。复制类型为 3 的节点对之间的轮廓线段；并使该轮廓线段的原版与其一边的房屋轮廓连接形成闭合曲线，复制的轮廓线段其另一边的房屋轮廓连接形成闭合曲线。如此，互相连接的房屋轮廓便分解成为各自独立的房屋轮廓。

7. 地图特征曲线矢量化

在系统中，房屋轮廓的矢量化采用了分段矢量化的方法，以消除矢量化时对房屋轮廓产生的“旋转”失真。

先检测出房屋轮廓的关键点，关键点指图形外轮廓的曲率极大点。按照关键点将整个轮廓分为几个曲线段。检测关键点的算法如下：

- 1) 沿着轮廓计算各点的曲率并描绘在曲率—长度坐标系中。
- 2) 用高斯滤波器对曲率—长度图进行滤波，例如图 4-1 的曲率—长度图平滑后的结果为图 4-2，轮廓图直线部分对应曲率—长度图中对应的曲率很小；角点部分对应于曲率的峰值，峰值和转折的角度成正比；弧线对应于曲率图上的一个突出的高台。
- 3) 设定一个曲率门限 T ，找出角点（曲率的峰值）和弧线的起点和终点（曲率高台的起点和终点）作为关键点。

如果两个关键点之间的轮廓为直线，则关键点作为量化后的节点；如果两个关键点之间的轮廓为曲线，则从曲线的起点开始量化。量化判据为：若 $\frac{S}{L^2} > T$ ，则增加一个新的量化点，否则继续下一点的判断，式中 S 为前一个量化点与当前位置点之间的弦与曲线包围的闭合面积， L 为弦长。

实际图像处理结果如图 5 所示。其中，图 5-1 为某市区原始地图的二进制图像。在预处理去除噪声、图像细化和图像—图形转换后，输出的图形如图 5-2 所示，该图与 5-1 基本一致。经过房屋曲线检测、识别和矢量化的最后输出结果如图 5-3 所示，图中的房屋地图数据为矢量数据结构。

说明书附图

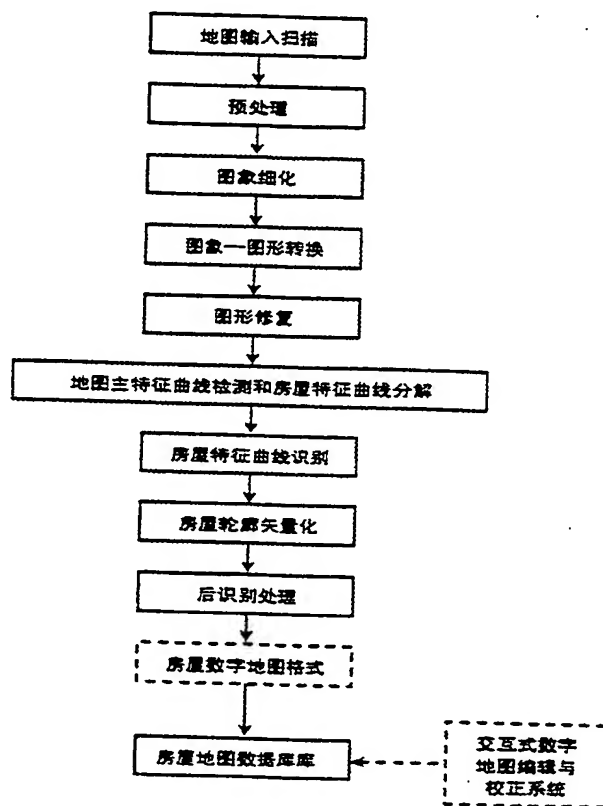


图 1

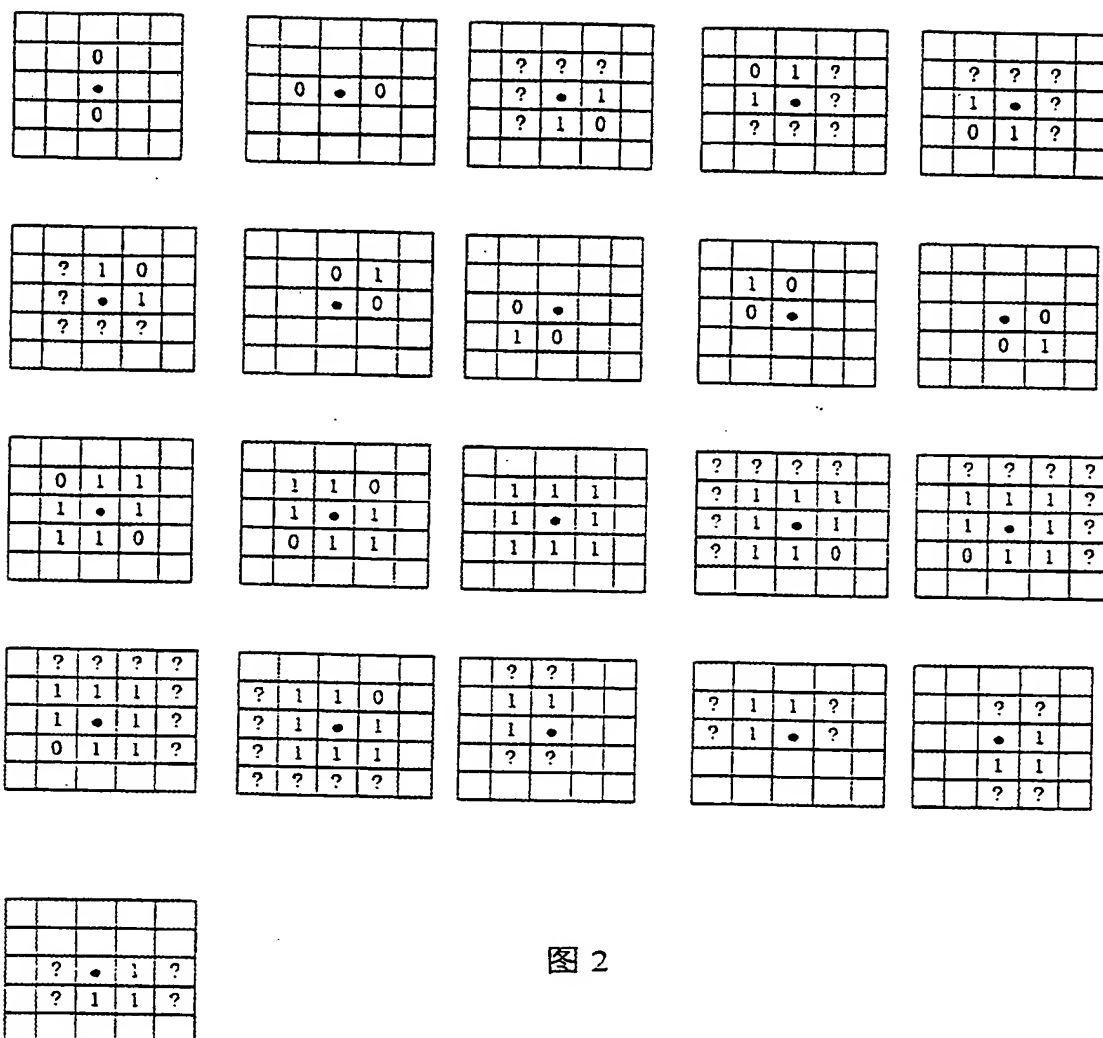


图 2

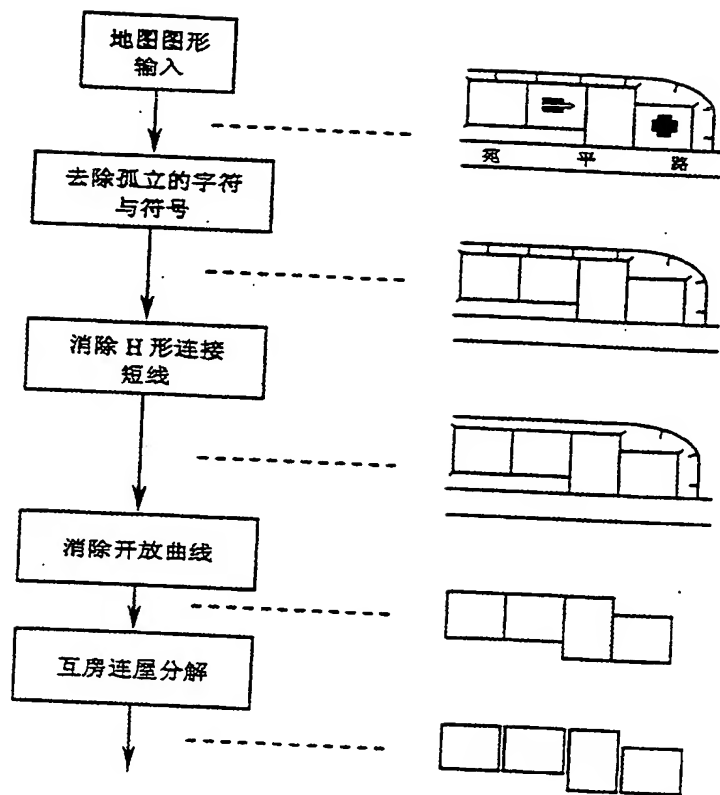


图 3



图 4-1

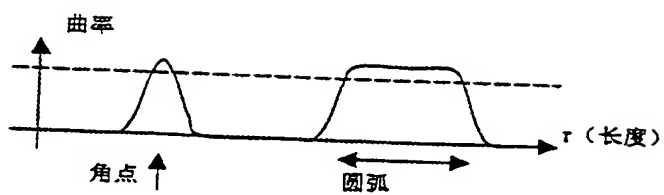


图 4-2

图 4

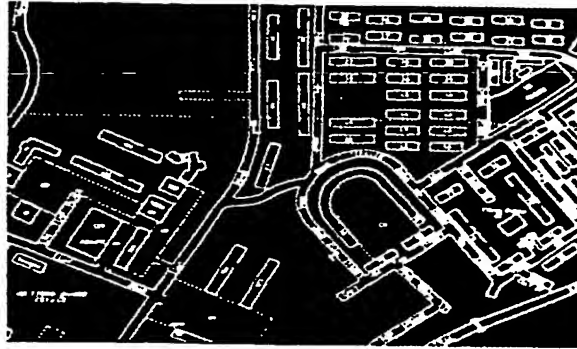


图 5-1

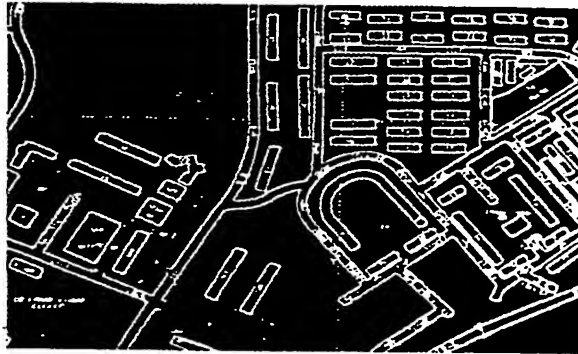


图 5-2

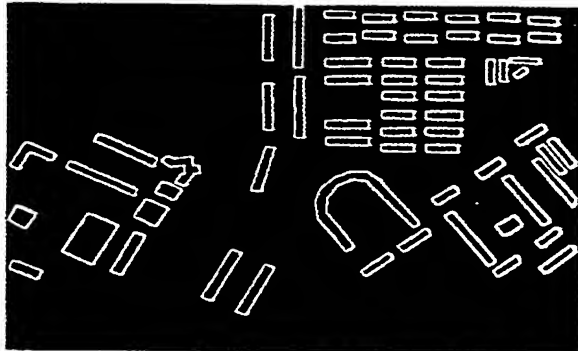


图 5-3

图 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.